

ANÁLISE DAS DIMENSÕES DE FLEXIBILIDADE DE MANUFATURA REQUERIDAS PARA A PREVENÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO EMPÍRICO EM UMA INDÚSTRIA DE VIDROS

Ualison Rébula Oliveira¹

Henrique Martins Rocha²

RESUMO: Essa pesquisa objetivou identificar os principais problemas que ocorrem no processo produtivo de uma indústria de vidros, bem como selecionar flexibilidades de manufatura que pudessem solucionar os problemas analisados. A relevância desse estudo está na carência de pesquisas sobre o tema e na possibilidade de maximizar ganhos com a correta adequação do grau de flexibilidade frente aos riscos existentes. O desafio do presente trabalho está centrado na característica multidimensional da flexibilidade de manufatura que, devido a sua complexidade, dificulta a correta aglutinação de diferentes tipos de flexibilidade para os diferentes tipos de problemas que se apresentam em uma organização. Metodologicamente a pesquisa foi suportada por um estudo de campo, onde cinco funcionários que trabalham na manufatura e ocupam cargos de chefia foram entrevistados, por meio de um questionário estruturado. Dentre os principais resultados obtidos com a pesquisa empírica, constatou-se que o problema mais crítico no processo produtivo da empresa não está, diretamente, relacionado com a manufatura, não sendo assim possível utilizar a flexibilidade de manufatura para solucioná-lo. Como conclusão, observa-se que, apesar da vasta tipologia de flexibilidades de manufatura, apenas três tipos são demandados pela empresa pesquisada.

Palavras-chave: Flexibilidade de Manufatura; Prevenção de Problemas; Indústria de Vidros.

Analysis of manufacturing flexibility dimensions for problem prevention: an empirical study in a glass industry

ABSTRACT: This research aimed to identify the main problems that occur in the production process of a glass industry, as well as to select manufacturing flexibilities that could solve the problems analyzed. The relevance of the study is justified by the lack of research on the theme and the possibility to maximize gains with the correct adjustment of the degree of flexibility to the existing risks. The multidimensional characteristic of manufacturing flexibility

¹ Professor do Departamento de Administração do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Fluminense. Niterói. RJ, Brasil. ualison.oliveira@gmail.com

² Professor do Departamento de Produção da Faculdade de Tecnologia - Campus Avançado Resende - da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. RJ, Brasil. prof.henrique_rocha@yahoo.com.br

and its complexity makes it difficult to identify the different types of flexibility for different types of problems that arise in an organization. In a field study, five manufacturing employees in leader positions were interviewed using a structured questionnaire. Among the main results of the empirical research, it was found that the most critical problem in the production process of the company is not directly related to manufacturing; therefore, manufacturing flexibility shall not be used as a solution. Also, it was observed that, despite the vast typology of manufacturing flexibilities, only three types are demanded by the company researched.

Keywords: Manufacturing Flexibility; Problem Prevention; Glass Industry.

1 INTRODUÇÃO

Padoveze & Bertolucci (2005) e Baraldi (2005) afirmam que a exposição ao risco é um dos maiores desafios à sobrevivência das organizações. Assim, tomar medidas preventivas para não deixar que os riscos se tornem problemas é fator condicionante da continuidade da atividade empresarial (PANHOCA, 2000).

Miller & Shamsie (1999) citam a existência de inúmeros riscos, de diversos tipos, que surgem desde o ambiente externo até o nível mais básico de operações, o que exige medidas preventivas para evitar que esses riscos se tornem problemas. Nessa perspectiva, vários autores (GUSTAVSSON, 1984; GUPTA & GOYAL, 1989; NORDAHL & NILSSON, 1996; KOSTE & MALHOTRA, 1999; KARA & KAYIS, 2004; BOYLE, 2006; CHANG *et al.*, 2007; BAYKASOGLU & OZBAKIR, 2008; WAHAB *et al.*, 2008) recomendam a utilização da flexibilidade de manufatura para a minimização de riscos no ambiente de operações.

De acordo com Vokurka & O'Leary-Kelly (2000) e De Treville *et al.* (2007), desde que Hayes & Wheelwright defenderam em 1984 a ideia de que a flexibilidade em manufatura era uma das principais dimensões de estratégia competitiva de negócios, tem havido um crescimento na quantidade de pesquisas sobre este tema. Entretanto, apesar de sua relevância e de ser uma das cinco estratégias competitivas em operações, no Brasil, os estudos sobre flexibilidade de manufatura ainda são escassos e raros (OLIVEIRA, 2009). Dos vários trabalhos consultados (a grande maioria deles não referenciada aqui), aproximadamente 50% abordavam riscos financeiros, 20% abordavam riscos oriundos de acidente do trabalho, 20% abordavam riscos ambientais, e somente 10% abordavam outros tipos de riscos,

incluindo-se, os riscos operacionais, sendo essa a primeira motivação para a realização da presente pesquisa.

Beach *et al.* (2000), Kais & Kara (2005), Slack (2005) e Gerwin (2005), apontam que diferentes situações de manufatura estão sujeitas a diferentes tipos de riscos e variações, requerendo diferentes tipos de flexibilidade. Como existem muitos tipos de flexibilidade, sua característica multidimensional dificulta a tarefa de se adequar o grau de flexibilidade a ser adotado frente às variáveis existentes, sendo essa a segunda motivação desse trabalho.

De acordo com Upton (1994, 1995) e Boyle (2006), a flexibilidade em manufatura pode existir em diferentes níveis da organização - estratégico, tático e operacional, e é composta por vários tipos, como, por exemplo, flexibilidade de máquinas, de roteirização e de produto. Cada tipo pode ter diferentes aspectos, conhecidos como flexibilidade potencial, real e necessária, sendo medidos em termos do número de estados que podem ser alcançados (gama), da mobilidade (impactos gerados por mudanças, tais como custos e tempo para *setup*) e da uniformidade (como medidas de desempenho se alteram com as mudanças executadas).

Nessa complexa área do conhecimento, defendida por Slack (1993) como uma das cinco prioridades competitivas em gestão de operações, surge a necessidade de se estabelecer pesquisas que resultem em seleções adequadas de flexibilidade de manufatura, para prevenir diferentes tipos de problemas, visto que a escolha indevida de tipos de flexibilidade de manufatura impactará em investimentos desnecessários ou inadequados, gerando perda de capital e a indisponibilidade e ineficiência dos recursos flexíveis escolhidos.

Diante dessa contextualização, julga-se cabível a tentativa de se desenvolver uma abordagem diferenciada para a prevenção de riscos na manufatura, com base nos conceitos de flexibilidade de manufatura, que ajude as organizações a minimizarem os problemas que ocorrem em seus processos produtivos. Assim, no que concerne aos seus objetivos, este trabalho buscou conhecer os principais problemas que ocorrem na manufatura de uma indústria de vidros e quais tipos de flexibilidades são indicados para compor um grupo ideal de flexibilidades para resolver esses problemas. Como resultados, a empresa analisada

possuirá um estudo que lhe permita minimizar recursos destinados ao investimento para se tornar flexível.

Assim, esse artigo focou a influência das dimensões da flexibilidade sobre os riscos e problemas que ocorrem na manufatura, baseando-se em levantamento da percepção dos funcionários de nível tático e limitando-se ao ambiente produtivo de uma indústria de vidros localizada no estado do Rio de Janeiro.

Quanto à estrutura do artigo, o mesmo está organizado como se segue. Na seção 2 abordam-se questões metodológicas, seguida da fundamentação teórica; a seção seguinte apresenta os resultados obtidos na pesquisa empírica realizada na empresa pesquisada e uma discussão sobre estes; e, finalizando o trabalho, encontram-se as principais conclusões e algumas sugestões de trabalhos futuros, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

2 METODOLOGIA

Para a presente pesquisa adotou-se o método de abordagem hipotético-dedutivo e o método de procedimento de estudo de campo. A Figura 1 apresenta o método de abordagem, adotado neste trabalho.

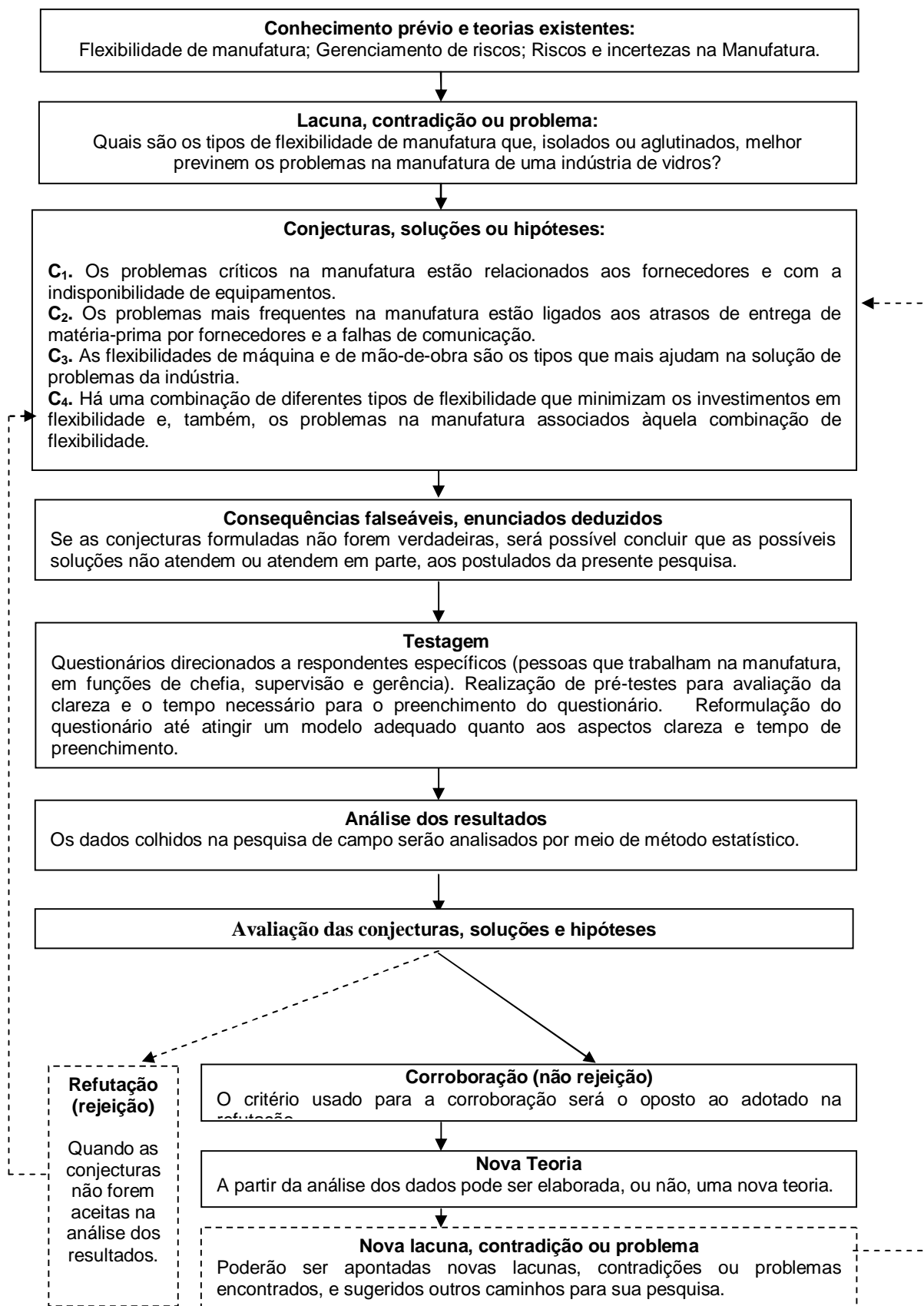


Fig. 1: Esquema do método de abordagem para a pesquisa

Fonte: Adaptado de Marconi & Lakatos (2004)

Utilizou-se o método de abordagem hipotético-dedutivo por esse método partir da percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual se formulam conjecturas. Pelo processo de inferência dedutiva, testa-se a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pelas conjecturas (MARCONI & LAKATOS, 2004). Quanto ao método de procedimento, Gil (2002) defende que o estudo de campo procura muito mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população segundo determinadas variáveis. Como consequência, possibilita ressaltar a interação entre os componentes de um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social. Nesse contexto, sem o intuito de generalizar resultados para outras organizações no mesmo segmento, esse artigo focou a influência das dimensões da flexibilidade sobre os riscos e problemas que ocorrem na manufatura, com base na percepção dos funcionários no ambiente produtivo de uma grande indústria de vidros localizada no estado do Rio de Janeiro. O estudo utilizou uma amostra de cinco respondentes de nível tático/gerencial, com o objetivo principal de pesquisar as dimensões de flexibilidade de manufatura requeridas pela referida empresa, como forma de se antecipar aos problemas que ocorrem em seu processo produtivo.

O critério utilizado para seleção da empresa e seus respondentes foi do tipo não probabilístico intencional, onde a seleção dos respondentes se deu por julgamento (o pesquisador escolheu os elementos que julgou serem mais representativos da população) e a seleção da empresa se deu por conveniência (o pesquisador possuía facilidade de acesso para realizar a pesquisa).

Adotou-se o questionário como instrumento de coleta de dados, no qual se buscava identificar a percepção dos respondentes sobre os tipos de problemas que mais impactavam as operações, sua escala de importância, abrangência e frequência e quais tipos de flexibilidade poderiam ser utilizados para solucioná-los. Optou-se pelo questionário, composto de perguntas abertas e fechadas, com escalas atitudinais e com classificação de prioridades, entre outros aspectos, como forma de coletar as informações necessárias à pesquisa, de forma rápida e de baixo custo, com facilidade de preenchimento, buscando minimizar os riscos de vieses nos resultados.

Como se observa a existência de várias taxonomias de flexibilidade de manufatura, muitas vezes conflitantes e sobrepostas (D&OUILA & WILLIAMS, 2000;

UPTON, 1997; SAWHNEY, 2005), aqui se tomou o cuidado de selecionar apenas as mais relevantes (SLACK, 1983; GUPTA & GOYAL, 1989; KOSTE & MALHOTRA, 1999; VOKURKA & O'LEARY-KELLY, 2000) para o desenvolvimento do instrumento de coleta de dados, que são: Flexibilidade de entrega; Flexibilidade de expansão; Flexibilidade de máquina; Flexibilidade de mão-de-obra; Flexibilidade de *mix*; Flexibilidade de modificação; Flexibilidade de movimentação de material; Flexibilidade de operação; Flexibilidade de produção; Flexibilidade de produto; Flexibilidade de roteamento; e Flexibilidade de volume.

Antes da submissão dos questionários, testes pilotos foram aplicados, visando identificar o que ocorreria numa situação real de coleta de dados, procedendo com as revisões necessárias a minimizar interpretações equivocadas, preenchimentos incorretos e outros inconvenientes que podem ocorrer nesse tipo de pesquisa. Ressalta-se, aqui, que as pessoas que participaram do teste piloto não fizeram parte da amostra dos cinco respondentes selecionados. Os respondentes possuíam cargos de chefia e trabalhavam no processo produtivo industrial da empresa pesquisada. Todos possuíam, no mínimo, curso de graduação e eram coordenadores, supervisores ou gerentes de produção.

2.1. Fundamentação teórica sobre flexibilidade de manufatura

Watts *et al.* (1993) definem flexibilidade de manufatura como a habilidade de implementar mudanças no ambiente operacional interno, em tempo adequado e custo aceitável, em resposta às mudanças nas condições de mercado. Já para Olhager (1993), seria a habilidade de se adaptar às mudanças de condições usando os recursos existentes (em curto prazo).

Slack (1993) adverte que a manufatura necessita ser flexível porque ela tem de administrar a operação sob condições de variedade, riscos e incertezas, permitindo que o processo produtivo continue o seu trabalho. Conforme o autor, a flexibilidade contribui para o desempenho da manufatura, melhorando variáveis como a confiabilidade, custos e velocidade.

Segundo Bengtsson & Olhager (2002), para reagir ao aumento das mudanças, da redução do ciclo de vida dos produtos e da comercialização globalizada, a flexibilidade está se tornando uma importante fonte de vantagem competitiva para a manufatura.

Correa (1994) julga que a flexibilidade surge por conta da necessidade de lidar com incertezas intrínsecas e variabilidade de saídas de processos. As incertezas e variabilidades levam às mudanças, sendo estas tanto planejadas (acontecem como decisão consciente da organização, tomada para alterar a própria organização ou sua relação com o ambiente) como não planejadas (acontecem independentemente da determinação da organização, mas às quais a organização precisa se adaptar). Por exemplo, quando o tempo requerido pelo cliente é inferior ao tempo de produção, ou quando o cliente muda o prazo dos pedidos, a flexibilidade aumentará a capacidade de atender às necessidades deste cliente (KARA & KAYIS, 2004).

Kara & Kayis (2004) discorrem sobre as necessidades que levam à flexibilidade, como indicado na Figura 2.

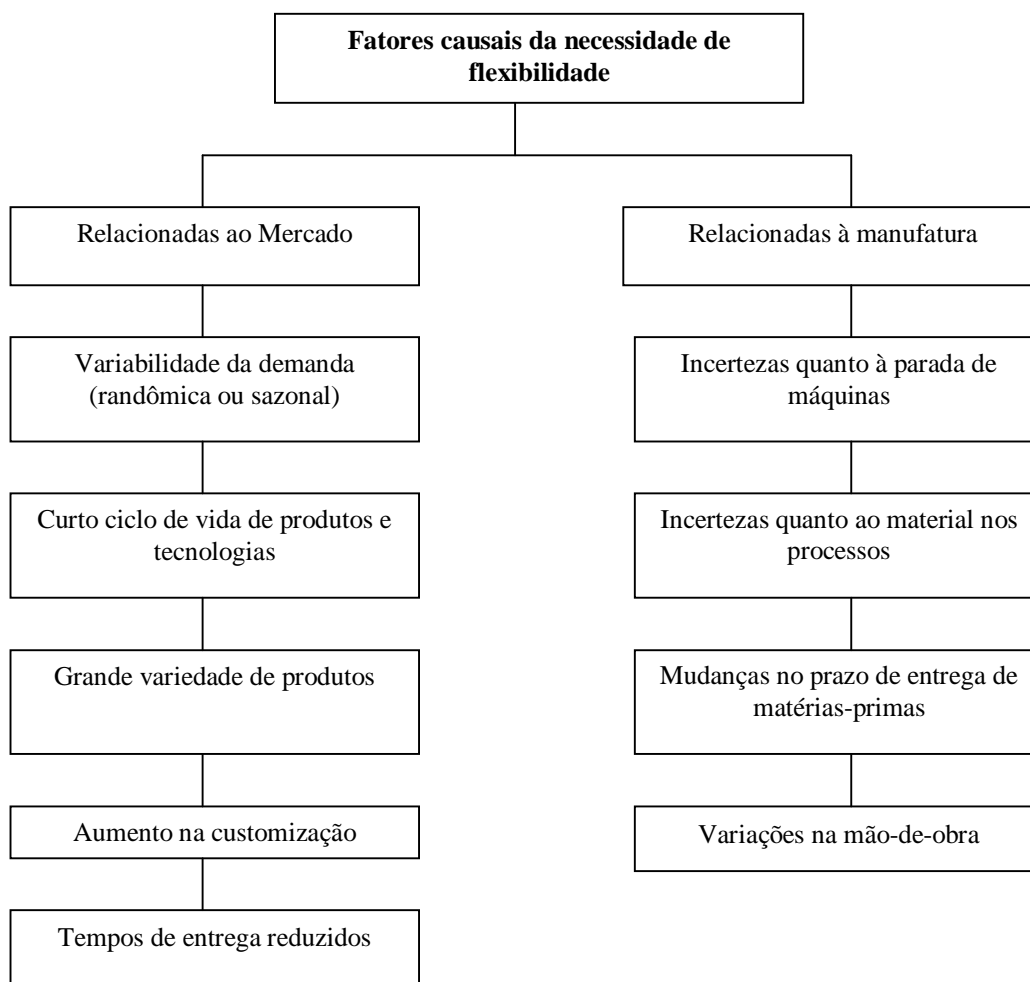


Fig. 2: Fatores causais da necessidade de flexibilidade

Fonte: Kara e Kayis (2004)

De acordo com Upton (1994, 1995) e Boyle (2006), a flexibilidade em

manufatura pode existir em diferentes níveis da organização - estratégico, tático e operacional e é composta por vários tipos, como, por exemplo, flexibilidade de máquinas, de roteirização e de produto. Cada tipo pode ter diferentes aspectos, conhecidos como flexibilidade potencial, real e necessária, sendo medidos em termos do número de estados que podem ser alcançados (gama), da mobilidade (impactos gerados por mudanças, tais como custos e tempo para *setup*) e da uniformidade (como medidas de desempenho se alteram com as mudanças executadas).

No que concerne a esses diferentes tipos de flexibilidade, observa-se a existência de várias taxonomias, muitas vezes conflitantes e sobrepostas (D&SOUZA & WILLIAMS, 2000; UPTON, 1997; SAWHNEY, 2005), motivo pelo qual aqui se selecionou doze diferentes tipos para a realização da pesquisa empírica, a saber: Flexibilidade de entrega; Flexibilidade de expansão; Flexibilidade de máquina; Flexibilidade de mão-de-obra; Flexibilidade de *mix*; Flexibilidade de modificação; Flexibilidade de movimentação de material; Flexibilidade de operação; Flexibilidade de produção; Flexibilidade de produto; Flexibilidade de roteamento; e Flexibilidade de volume. Esses doze tipos foram escolhidos por serem os mais usados por vários autores do tema (SLACK, 1993; GUPTA & GOYAL, 1989; KOSTE & MALHOTRA, 1999). Os dados dessa pesquisa empírica são abordados no próximo tópico.

3 Pesquisa empírica em uma indústria de vidros

A pesquisa empírica teve duas fases, sendo a primeira voltada para a análise dos problemas que ocorrem no processo de manufatura de uma indústria de vidros, e a segunda identificando as dimensões de flexibilidades requeridas por essa mesma empresa.

3.1 Análise dos problemas que ocorrem na manufatura de uma indústria de vidros

Ao analisar as respostas dos respondentes entrevistados, observou-se que os problemas mais críticos na indústria de vidros estavam relacionados, nesta ordem, com: i) falhas de comunicação; ii) constantes alterações do pedido (após o mesmo estar fechado); e iii) danificação do produto quando transportado para

entrega. Outras informações sobre os problemas que ocorrem na manufatura da empresa pesquisada, com um melhor nível de detalhamento, podem ser visualizadas no Quadro 1 (a seguir), que foi desenvolvido para condensar e facilitar a interpretação dos dados. Antes de explorá-lo, porém, torna-se necessário esclarecer seus componentes, conforme segue:

- A coluna *tipo de problema* informa os tipos de problemas que ocorrem na empresa pesquisada, segundo a percepção dos respondentes, aglutinando-os por similaridade; os números entre colchetes representam quantos respondentes citaram o mesmo problema;
- A coluna *vezes citada* informa o total de vezes que problemas de uma mesma família (problemas similares) foram citados pelo respondente;
- A coluna *classificação* ordena os problemas por grau de impacto negativo à organização pesquisada, de forma ordinal; quanto menor o número, pior é o problema;
- A coluna *média* informa a média das classificações da coluna anterior;
- A coluna *frequência* informa com qual frequência os problemas citados na primeira coluna (tipo de problema) ocorrem na organização pesquisada; os números entre parênteses representam o valor cardinal das frequências: nunca (5), raramente (4), às vezes (3), frequentemente (2) e sempre (1);
- Por fim, a última coluna *flexibilidade escolhida para solucionar o problema* pode conter uma quantidade de flexibilidades superiores à quantidade de problemas apontados na primeira coluna. Isso ocorre porque foi permitido ao respondente recomendar quantos tipos de flexibilidade que ele julgasse necessários para solucionar os problemas apontados.

Quadro 1: Análise de incertezas, riscos e problemas para a indústria de vidros

INDÚSTRIA DE VIDROS E ANÁLISE DE INCERTEZAS, RISCOS E PROBLEMAS							
Tipo de problema	Ve- zes cita- da	Classifica- ção	Média P	Frequência	Média	Fator F/V	Flexibilidade escolhida para solucionar o problema
Falhas na comunicação [1]; problemas de comunicação [1]; comunicação entre vendas e produção deficiente [2].	4	2º;1º;1º;2º	1,50	Frequentemente (2); sempre (1); frequentemente (2); sempre (1);	1,50	0,56	Não há aplicação de flexibilidade [2]; flexibilidade de modificação [1]; flexibilidade de entrega [1]; flexibilidade de expansão [1].
Cliente alterar os dados do pedido [2]; alteração no pedido depois de estar pronto [1].	3	1º;2º;1º	1,33	Sempre (1); frequentemente (2) frequentemente (2).	1,67	0,74	Flexibilidade de entrega [3].
Danificação do produto na entrega [3].	3	2º;2º;3º	2,33	Frequentemente (2); frequentemente (2); frequentemente (2).	2,00	1,55	Flexibilidade de entrega [2]; flexibilidade de volume [1]; flexibilidade de expansão [1].
Quebra de equipamentos [2]; linha de produção parar por falhas nas máquinas [1].	3	3º;1º;4º	2,67	Raramente (4); às vezes (3); às vezes (3).	3,33	2,96	Flexibilidade de máquina [2]; flexibilidade de operação [1].
Funcionário faltar [1]; produto fora das especificações por erro dos funcionários [1]; problemas por falta de conhecimento do funcionário [1].	3	4º;3º;3º	3,33	Às vezes (3); às vezes (3); às vezes (3).	3,00	3,33	Flexibilidade de mão-de-obra [3].
Estoque de produto acabado em excesso [1]; Pouco espaço de armazenamento de produto acabado [1].	2	5º;6º	5,50	Frequentemente (2); frequentemente (2);	2,00	5,50	Flexibilidade de movimentação de material [1]; flexibilidade de volume [1].
Falta de recursos para executar a rotina de trabalho [1].	1	3º	3,00	Às vezes (3).	3,00	9,00	Não há aplicação de flexibilidade [1].
Variedade de produtos acabados x desequilíbrio de estoque [1].	1	4º	4,00	Às vezes (3).	3,00	12,0	Flexibilidade de volume [1].
Falhas na tomada de decisão [1].	1	5º	5,00	Às vezes (3).	3,00	15,0	Não há aplicação de flexibilidade [1].
Crise econômica [1].	1	4º	4,00	Raramente (4).	4,00	16,0	Flexibilidade de volume [1].

Fonte: Dados da Pesquisa (2010)

Quanto ao quesito Frequência, constata-se que os problemas relacionados com falhas de comunicação e com qualidade/retrabalho ocorrem com maior constância, em relação aos outros tipos de problemas. Já o problema menos frequente está relacionado com questões econômicas. Uma vez que, por a empresa

pesquisada não conseguir atender a demanda do mercado nacional, boa parte de suas vendas são oriundas de vidros importados de filiais da América do Sul e México. Crise econômica, então, na visão dos entrevistados, não afeta sua manufatura e, sim, sua importação.

3.2 Análise de flexibilidade de manufatura demandada por uma indústria de vidros

Ainda analisando o Quadro 1, especificamente a coluna *%flexibilidade escolhida para solucionar o problema*+, observa-se que para a solução dos problemas mais críticos apontados na subseção anterior, a dimensão de flexibilidade mais recomendada é a de entrega. Outros tipos de flexibilidade, devidamente correlacionados com seus respectivos problemas na indústria de vidros, podem ser visualizados no referido quadro.

Dando prosseguimento à análise de dados, ampliou-se o estudo empírico sobre dimensões de flexibilidades, por meio das Questões 5 e 6 do instrumento de coleta de dados, conforme excerto do mesmo no Quadro 2.

Quadro 2: Excerto do instrumento de coleta de dados aplicado na indústria de vidros

<p>Questão 5. Para cada tipo de flexibilidade, atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 indica que a flexibilidade não ajuda em nada na solução de problemas ou não se aplica; 2 indica que ajuda pouco; 3 indica que ajuda razoavelmente; 4 indica que ajuda bastante; e 5 indica que a flexibilidade é imprescindível para a solução de problemas. Para tanto, basta marcar um <i>%+</i> na pontuação correspondente a cada tipo de flexibilidade.</p>
<p>Questão 6. Se por um lado a empresa necessita investir (gastar dinheiro) para adquirir flexibilidade, por outro lado, a flexibilidade de manufatura ajuda a minimizar e resolver alguns tipos de problema nas fábricas. Em tese, quanto mais flexível é uma empresa, menos problemas ela terá, porém maiores investimentos serão necessários. A maior dificuldade está nesta dosagem, ou seja, quanto investir e em quais tipos de flexibilidade investir. Desta forma, gostaríamos de saber, na sua opinião, quais tipos de flexibilidade de manufatura você julga indispensável para sua empresa.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2010)

As informações obtidas por meio destas duas questões também foram organizadas no Quadro 3, que foi desenvolvido para condensar e facilitar a interpretação dos dados. Antes de analisá-lo, contudo, torna-se necessário esclarecer seus componentes, conforme segue:

- As colunas 1ª 2ª 3ª 4ª e 5ª se referem ao grau da avaliação que foi imputado para cada tipo de flexibilidade, onde 1ª significa que a flexibilidade avaliada não ajuda em nada na solução de problemas na manufatura; 2ª significa que ajuda pouco; 3ª significa que ajuda razoavelmente; 4ª significa que ajuda bastante; e 5ª significa que a dimensão de flexibilidade de manufatura avaliada é imprescindível. A marcação de cada coluna com uma letra X indica o julgamento que o respondente fez para cada tipo de flexibilidade;

- A coluna *médiana* e *mediana* apresentam as medidas de centro, oriundas da mensuração estatística das colunas de avaliação anteriormente descritas;

- A coluna *composição dos tipos de flexibilidade* mostra os tipos de flexibilidade de manufatura que os respondentes, diante da escassez de recursos para investimentos em flexibilidade de manufatura, escolheriam incorporar em seu ambiente de manufatura, formando assim as *carteiras de flexibilidade* ou seja, as flexibilidades bem mais apropriadas para a solução de problemas na empresa pesquisada;

- A coluna *fator flex* obtida por meio da multiplicação da média (coluna 8) pela composição dos tipos de flexibilidade (coluna 9), calcula a competência de cada tipo de flexibilidade para o tratamento dos problemas que ocorrem na manufatura. Ressalte-se que, quanto maior for o *fator flex*, mais essencial é aquele tipo de flexibilidade para a solução de problemas na manufatura.

Quadro 3: Análise de flexibilidade de manufatura na indústria de VIDROS

INDÚSTRIA DE VIDROS É ANÁLISE DE FLEXIBILIDADE DE MANUFATURA									
Tipos de flexibilidade	CLASSIFICAÇÃO: Não ajuda (1); Ajuda pouco (2); Ajuda razoavelmente (3); Ajuda bastante (4); É imprescindível (5)							Composição dos tipos de flexibilidade	Fator Flex.
	1	2	3	4	5	Mediana	Média		
Entrega					X X X X X	5,0	5,0		25,0
Expansão					X X X X X	5,0	5,0		25,0
Máquina		X X X	X X			2,0	2,4		0,0
Mão-de-obra			X X X	X X		3,0	3,4		6,8
Mix		X X X	X X			2,0	2,4		0
Modificação			X X	X X	X	4,0	3,8		3,8
Movimentação	X	X X X	X			2,0	2,0		0,0
Operação	X		X X X X			3,0	2,6		0,0
Produção		X X	X X X			3,0	2,6		0,0
Produto	X	X	X X X			3,0	2,4		0,0
Roteamento	X X	X X X				2,0	1,6		0,0
Volume				X X	X X X	5,0	4,6		18,4

Fonte: Dados da Pesquisa (2010)

Uma vez explicado como o quadro de Análise de Flexibilidade de Manufatura (Quadro 3) foi construído, parte-se para sua análise e pode-se constatar que:

- De um modo geral, as flexibilidades de Entrega, Expansão e Volume são as dimensões mais requeridas pela empresa pesquisada, sendo essas indicadas para formarem uma composição (carteira) de flexibilidades de manufatura. Conforme a percepção dos respondentes, esses três tipos de flexibilidade minimizam problemas relacionados com problemas de distribuição do produto e alterações no pedido que, na empresa pesquisada, são os problemas que mais afetam seu processo produtivo.
- No outro extremo, as flexibilidades de Máquina, *Mix*, Movimentação, Operação, Produção, Produto e Roteamento em quase nada ajudam na solução de problemas na empresa pesquisada. Isso significa que a empresa analisada não precisa investir nesses tipos de flexibilidades, uma vez que a natureza de seus problemas demanda outras dimensões;
- As flexibilidades de mão-de-obra e movimentação ajudam, timidamente, na solução de problemas, o que permite deixar para segundo plano os investimentos nesses tipos de flexibilidades.

4 Conclusões

Durante o desenvolvimento do referencial teórico, verificou-se que há, de fato, poucos estudos que abordam os riscos operacionais ligados à manufatura, sendo esta uma lacuna que se pretendeu preencher com esta pesquisa. Assim, fica evidenciada a atualidade das constatações de alguns autores sobre o tema, como Oliveira (2009) e Baraldi (2005), que afirmam haver muitas pesquisas de riscos na área financeira, porém pouca ou quase nenhuma atenção tem sido dada aos riscos na manufatura.

Por outro lado, ainda no que concerne ao referencial teórico, constatou-se que a flexibilidade de manufatura atua como uma fonte de vantagem competitiva para administrar a operação sob condições de mudanças, variedade, riscos e incertezas, permitindo que o processo produtivo continue o seu trabalho, a um baixo custo e com uma resposta mais rápida.

No que se refere ao estudo empírico, observou-se que os piores problemas que ocorrem na manufatura de uma indústria de vidros estão relacionados, por ordem de prioridade, com falhas de comunicação, problemas de alteração de pedidos pelos clientes, danificação do produto quando de sua entrega e quebra de equipamentos. Este pré-conhecimento é desejado uma vez que o entendimento dos problemas que mais requerem controle gerencial auxilia no processo de sistematização da atividade de monitoração dos riscos.

Quanto às flexibilidades de manufatura para a solução dos problemas apontados na empresa pesquisada, verificam-se as de entrega, volume, expansão e máquina como as mais requeridas. Diante disto, caso alguma outra empresa deste segmento empresarial não disponha de tempo, pessoal capacitado, capital, entre outros fatores necessários para se desenvolver uma pesquisa em seu próprio ambiente de manufatura, os resultados aqui apresentados fornecem indicações de quais flexibilidades poderiam ser utilizadas em seus processos produtivos. Todavia, recomenda-se o aprofundamento em estudos de flexibilidade em mais empresas desse mesmo ramo (por exemplo, três outras indústrias de vidros) para que, então, as empresas deste segmento industrial possam, com maior grau de propriedade, definir quais tipos de flexibilidade adotar e para quais tipos de problemas.

Analisando-se os objetivos da pesquisa, julga-se que o estudo desenvolvido para a empresa em questão atingiu seu propósito, uma vez que foram levantados os principais problemas que ocorrem em sua manufatura, bem como as dimensões de flexibilidades requeridas para a solução desses problemas.

Para pesquisas futuras, recomenda-se uma análise junto a uma amostra representativa de indústrias de vidros, para a corroboração ou refutação dos resultados aqui obtidos, visto que aqui, apenas uma empresa desse segmento industrial foi estudada. Assim, a limitação do presente trabalho, quanto a não generalização de seus resultados, poderá ser elevada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARALDI, P. *Gerenciamento de Riscos Empresariais*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

BAYKASOGLU, A. & OZBAKIR, L. Analysing the effect of flexibility on manufacturing systems performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 19, n. 2, 2008, pp. 172-193.

BEACH, R.; MUHLEMANN, A.P.; PRICE, D.H.R.; PATERSON, A. & SHARP, J.A. A review of manufacturing Flexibility. *European Journal of Operational Research*, v. 122, 2000, pp. 41-57.

BENGTSSON, J. & OLHAGER, J., The impact of the product mix on the value of flexibility. *The international journal of management science*, v. 30 n. 4, 2002, pp. 265-273.

BOYLE, T. A. Towards best management practices for implementing manufacturing flexibility. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 1, 2006, pp. 6-21.

CHANG, S.; LIN, R.; CHANG, F. & CHEN, R. Achieving manufacturing flexibility through entrepreneurial orientation. *Industrial Management & Data Systems*, v. 107, n. 7, 2007 pp. 997-1017.

CORRÊA, H. L. *Flexibilidade estratégica na manufatura: incertezas e variabilidade de saída*. Revista de Administração da USP, v. 29, n. 1, 1994

D'FOUZA, D. E. & WILLIAMS, F. P. Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions. *Journal of Operations Management*, v. 18, 2000, pp. 577. 593.

DE TREVILLE, S; BENDAHAN, S. & VANDERHAEGHE, A. Manufacturing flexibility and performance: bridging the gap between theory and practice. *International Journal of Flexibility Manufacturing Systems*, v. 19, 2007, pp. 334. 357.

GERWIN, D. An agenda for research on the flexibility of Manufacturing processes. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 25, n. 12, 2005, pp. 1171-1182.

- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 2002.
- GUPTA, Y. P. & GOYAL, S. Flexibility of manufacturing systems: concept and measurements. *European Journal of Operational Research*, v. 40, 1989, pp. 119-135.
- GUSTAVSSON, S. Flexibility and productivity in complex production processes. *International Journal of Production Research*, v. 22, n. 5, 1984, pp. 801-808.
- KARA, S. & KAYIS, B. Manufacturing flexibility and variability: an overview. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v.15, n. 6, 2004, pp. 466-478.
- KAYIS, B. & KARA, S. The supplier and customer contribution to manufacturing flexibility: Australian manufacturing industry's perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 16, n. 7, 2005, pp. 733-752.
- KOSTE, L. L.; MALHOTRA, M. K. A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility. *Journal of Operations Management*, v.18, 1999, pp. 75. 93.
- MILLER, D. & SHAMSIE, J. Strategic responses to three kinds of uncertainty: product line simplicity at the Hollywood film studios. *Journal of Management*, v. 25, n. 1, 1999, pp. 97. 116.
- NORDAHL, H.; NILSSON, C. Managers' perceptions of flexibility in manufacturing: a study in the Swedish engineering industry. *Integrated Manufacturing Systems*, v.7, n. 4, 1996, pp. 22. 33.
- OLHAGER, J. Manufacturing flexibility and profitability. *International Journal of Production Economics*, vv. 30-31, 1993, pp. 67. 78.
- OLIVEIRA, U. R. *Tomada de decisão em flexibilidade de manufatura para gerenciamento de riscos operacionais no processo produtivo industrial*. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) . Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.
- PADOVEZE, C. L. & BERTOLUCCI, R. G. Proposta de um Modelo para o Gerenciamento do Risco Corporativo. In: *Anais XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Porto Alegre, 2005.

PANHOCA, L. *Administração do risco de propostas e estudos de viabilidade na indústria aeronáutica brasileira: uma abordagem de controladoria*. Tese de Doutorado da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SAWHNEY, R. Interplay between uncertainty and flexibility across the value-chain: Towards a transformation model of manufacturing flexibility. *Journal of Operations Management*, v. 24, 2005, pp. 476. 493.

SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo a competitividade nas operações industriais*. São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N. The flexibility of manufacturing systems. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 25, n. 12, 2005, pp. 1190-1200.

UPTON, D. M. Flexibility as process mobility: The management of plant capabilities for quick response manufacturing. *Journal of Operations Management*, v. 12, 1995, pp. 205-224.

UPTON, D. M. Process range in manufacturing: an empirical study of flexibility. *Management Science*, v. 43, 1997, pp. 1079. 1092.

UPTON, D. M. The management of manufacturing flexibility. *California Management Review*, v. 36, n. 2, 1994, pp. 72-89.

VOKURKA, R. J. & O'LEARY-KELLY, S. W. A review of empirical research on manufacturing flexibility. *Journal of Operations Management*, v. 18, 2000, pp. 485. 501.

WAHAB, M. I. M.; WU, D. & LEE, C. A generic approach to measuring the machine flexibility of manufacturing systems. *European Journal of Operational Research*, v. 186, 2008, pp. 137. 149.

WATTS, C., HAHN, C. & SOHN, B. Manufacturing flexibility: concept and measurement. *Operations Management Review*. v. 9, n. 4, 1993, pp. 33. 44.

Recebido em 12 de março de 2013.

Aceito em 18 de maio de 2013.